

每周工作汇报

姓名	侯宇轩	开始日期	2018.11.19	结束日期	2018.11.26
----	-----	------	------------	------	------------

1. 本周任务与计划

1.1 研究任务

阅读蔡老师新布置的论文：PDE-Net: Learning PDEs from Data，学习其中的方法，思考如何用其对 level-set 进行改进，来应用在神经纤维瘤分割上。

对之前的深度学习肝脏配准工作进行调整。

2. 本周工作概要

2.1 当前的进展

PDE-net 需要自己生成数据。为了使用数值方法生成可训练的数据，本周阅读了 Willam.H 所写的 Numerical Recipes in C++ 的部分内容，对 Runge-Kutta 法等偏微分方程数值解法进行了学习。

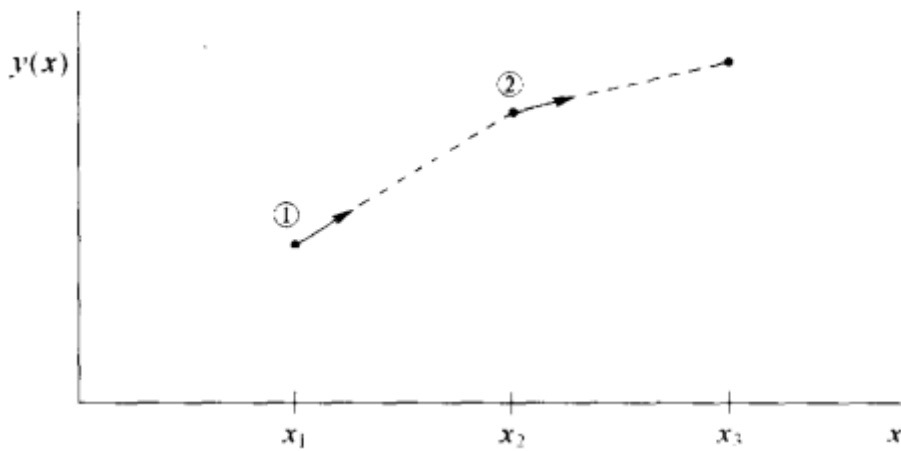
目前比较常用的（包括 PDE-net 作者所使用的）是四阶 Runge-Kutta 法。

对于微分方程问题

$$\frac{dy_i(x)}{dx} = f_i(x, y_0, \dots, y_{N-1}), \quad i = 0, \dots, N-1$$

最简单的欧拉方法（直接求导）的公式是

$$y_{n+1} = y_n + hf(x_n, y_n)$$



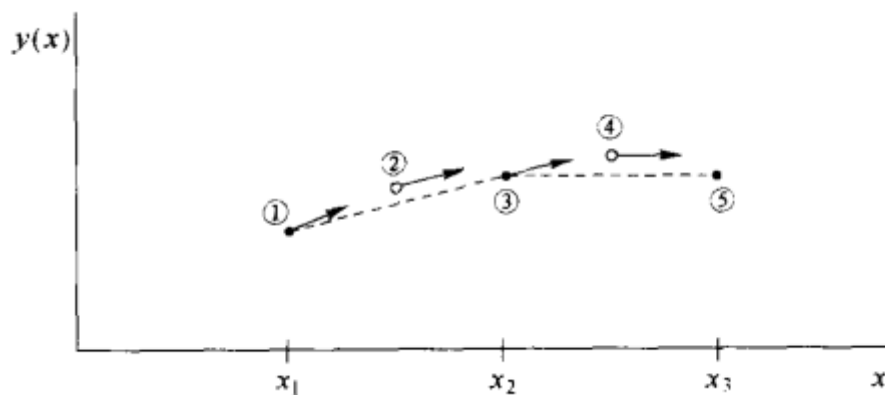
如上图，直接通过一点的导数与间隔(x_1 、 x_2 之间的间隔)计算下一点位置。显然，它不是非常精确的，稳定性也难以保证。

不过，可以考虑使用类似方法，取间隔的中点作为实验步，然后用中点的值计算实际步长。即

$$k_1 = hf(x_n, y_n)$$

$$k_2 = hf\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_1\right)$$

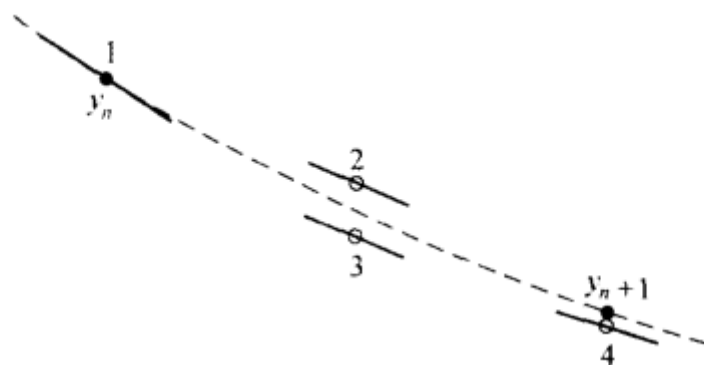
$$y_{n+1} = y_n + k_2 + O(h^3)$$



如上图，此处是使用中点（空心点）的导数进行计算的，估算稍微准确一些；该方法称为中点法或二阶 Runge-Kutta 法。

那么更精确的改进即为四阶 Runge-Kutta 法。公式如下：

$$\begin{aligned}k_1 &= hf(x_n, y_n) \\k_2 &= hf(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}) \\k_3 &= hf(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_2}{2}) \\k_4 &= hf(x_n + h, y_n + k_3) \\y_{n+1} &= y_n + \frac{k_1}{6} + \frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{3} + \frac{k_4}{6} + O(h^5)\end{aligned}$$



该方法在每一步求导中通过四步来近似：一次在起始点，两次在试探中点，一次在最末试探点。由此计算出的结果为 y_{n+1} （实心点）。

2.2 周一交流情况

仔细阅读 PDE-net 的实现过程，发现其工作过程如下：

- 1.对某个系统的演化过程（比如传播-扩散过程），将它的若干个时间步，（比如 20000 个时间步）的每一步的图像输入网络。
- 2.通过训练学习出该系统对应的偏微分方程形式。
- 3.学习完毕之后，可以预测该系统任意时间步后的演化情况（值）。

那么问题就凸显出来了：

1.对于我们的目标-使用水平集方法分割肿瘤，如何获得它最初的的演化过程以用来训练？我们目前有的只有原始图像以及 Ground-truth（也就是分割完成后的图像，水平集收敛后的图像）。

对于该问题蔡老师提出一个思路：因为我们的数据是三维的 Ground truth，而 PDE-net 解决的是二维的演化问题。我们可以将不同的切片看做是它不同的演化时期进行训练；本质上 PDE-net 解决的是通过回归法求得微分方程系数的问题，也许我们可以使用较少的片数的标注（比如，第 5\10\15\20 片）的信息输入后，就预测其中间片的分割结果。

2. PDE-net 有什么优越性？按照现在的思路来看，如果对每个 case 都要进行一次训练（训练时间大概 2 小时），那么与传统方法相比并没有优越性。如果要适用，只能假设我们在某几个 case 中学习到的微分方程可以用在所有的病人身上；这种假设的可靠性存疑。

3. 下周工作计划

将三维数据标注拆成演化过程进行尝试；同时用不同的 case 测试上面的第二个问题。

附表：工作整理

任务类型	任务内容	截止日期	当前进度
工作	肝脏分割比赛 (浙一举办) 负责 registraion 部分	结束	对肝脏配准继续 进行研究、调 整。

工作	神经纤维瘤研究 (中期目标)		蔡老师提出新方法：使用偏微分方程网络 PDE-net 对 level set 进行改进。正在学习相关内容。
----	-------------------	--	---

本周工作时长：8 小时*5+ 3 小时*2 = 46 小时。